

УДК 699.841.
МРНТИ 67.01.01

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.2-01>

М.Д. Мухамеджанова^{1*}, У.М. Оразалина¹, Ш.М. Айтмет¹, Е.Т. Бесимбаев¹

¹ Международная образовательная корпорация (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

*Corresponding author: meruyert1998@mail.ru

Информация об авторах:

Мухамеджанова Меруерт Дюсембаевна - магистрант, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-6993-0754>, email: meruyert1998@mail.ru

Оразалина Улпан Маратовна - магистрант, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0003-3708-3228>, email: ulpan1204@mail.ru

Айтмет Шерхан Махмутұлы – магистрант, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: s-aitmet@mail.ru

Бесимбаев Ерик Турашевич - доктор технических наук, академический профессор, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: erik.bessimbaev@mail.ru

МЕТОДЫ УСТРОЙСТВА ДЕМПФИРУЮЩЕГО СЛОЯ В ТОЛЩЕ ГРУНТА

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы устройства демпфирующего слоя, усиливающее грунтовое основание и снижающее сейсмические воздействия как для построенных зданий и сооружений, так и перед началом нового строительства.

Ключевые слова: основание, грунт, усиление, деформации, динамические нагрузки, фундамент.

Введение. В сегодняшние дни каждый из нас сталкивался с трещинами на эксплуатируемых зданиях как в наружных, так и во внутренних конструкциях, также встречаются искривления на дверных и оконных проемах, и др. Это все свидетельствует о предшествующей аварийной ситуации, возникающей по причине неправильного взаимодействия фундамента и основания. Такие деформации возникают, как правило, по нескольким причинам: неполная или неправдивая информация о геоусловий и физических, динамических, химических характеристик грунта, на котором располагается объект; ошибочно принятые решения проектировщиков; не соблюдение правил и норм при строительстве.

Главная функция грунтового основания – воспринимать нагрузки от вышестоящего объекта. Бывают грунты не способные воспринимать нагрузки и требующие их усиление. Процесс является сложным, требующий немало как финансовых затрат, так и трудовых. Усиление грунтов может производиться перед началом нового строительства (для устранения дальнейших разрушений из-за слабого грунтового основания) и под эксплуатируемым зданием (для предотвращения просадки (рисунок 1), сдвига, размыва).

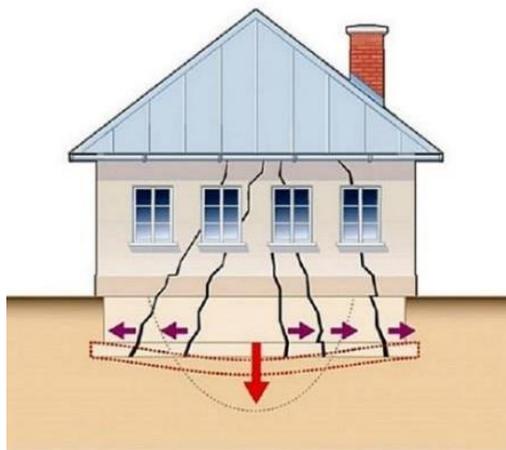


Рисунок 1 – Просадка и деформация фундамента [1].

Материалы и методы. Перед началом работ по усилению грунтовой толщи необходимо произвести оценку качества, для определения дальнейших действий. На начальном этапе проводится обследование всех конструкций здания для обнаружения дефектов и определения их дальнейшего развития. На основе полученных результатов специалистами разрабатывается план действий для исключения деформаций.

В следующем этапе даются на изучение предыдущие результаты обследований и параллельно проводят визуальный осмотр, также в ходе анализа учитываются такие факторы, как: близстоящие объекты, наличие котлованов, метро, дороги автомобильного и железнодорожного транспортов и др.

Третий этап включает в себя обследование подземных конструкций. При проверке фундаментов по его периметру на контрольные точки от подошвы фундамента 500 метров вглубь открывают шурфы, способствующие определению геометрии фундамента, качества использованных материалов, в т.ч. гидроизоляции, присутствия или отсутствия дефектов.

Процесс обследования грунта производится с целью определения остаточных физико-механических свойств и включает в себя:

- бурение скважины;
- отбор образца;
- анализ полученного образца.

Данные действия позволяют рассчитать несущую способность грунта и выявить более оптимальные решения для улучшения характеристик.

Результаты и обсуждение. В строительных нормах существуют определенные решения для усиления горизонтальные и вертикальных конструкций, но типовой план действий не распространяется в вопросе усиления грунтов. Механические, физико-химические, конструктивные методы являются главными составляющими при расчете усиления грунтовой толщи [2].

Среди физико-химических более распространенными являются методы, в которых используются – жидкое стекло, цемент, смола, глина, битум, а также термический способ (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические методы усиления грунта

№	Наименование	Спецификация грунтов	Численные показатели	Используемый материал	Примечание
1	Силикатизация	пески, насыпные грунты	0,6 МПа в пробуренные скважины	раствор из жидкого стекла	d=200 см устанавливается столб по контуру каждой скважины
2	Цементация (рисунок 2)	просадочные, водонепроницаемые, лесс, трещиноватые скальные, крупный песок	10 МПа	водоцементный раствор	происходит крепкое сцепление частиц пор грунта и арствора
3	Смолизация	пески пылеватые и мелкие, супесь, суглинок		синтет. смола+отвердитель	инъекцирование бывает горизонтальное, вертикальное, наклонное
4	Глинизация	песок ($V_{\text{грунт.вод}}$ должна быть невысокая)		нагнетенная глинистая суспензия	происходит заиливание и трамбовка грунта. Уменьшает свойство фильтрации
5	Битумизация	$V_{\text{грунт.вод}}$ должна быть высокая		расплавленный битум/эмульсия битумная	появляется водонепроницаемая площадь вокруг иньектора. Снижает свойство фильтрации
6	Термический способ	просадочные грунты	T=673-1073 Кельвин.	сжигание топлива в скважине	топливо горит в глубине, когда подается воздух в скважину

Каждый метод применяется в зависимости полученных геологических экспертиз. Из таблицы 1 можно понять, что при потребности уменьшить фильтрационное свойство грунта необходимо рассмотреть способ битумизации и глинизации, а если же грунты скальные, то рекомендуется использование иньекцирования водоцементным раствором. Следует отметить, что при использовании термического способа есть возможность закрепить грунтовую толщу, диаметр которого будет составлять до 2,5 метров.

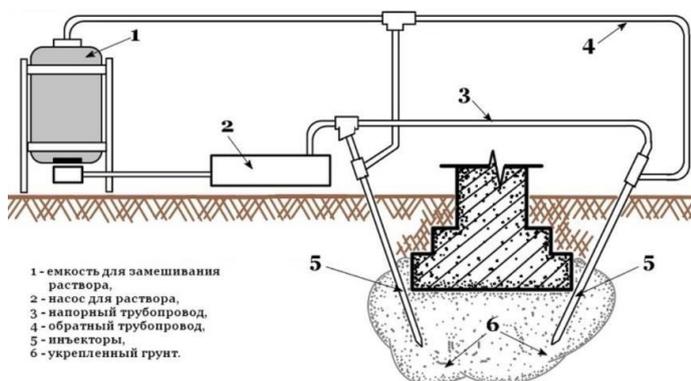


Рисунок 2 – Усиление основания методом цементации [3].

Следующий метод усиления – конструктивный, включает в себя следующие способы:

1. Грунтовые подушки: способ применяется для предотвращения осадки, происходящий методом смены грунта с низкой несущей способностью. Новой подушкой под фундамент могут служить щебень, песок, шлаки;

2. Ограждения из шпунта: способ реализуется методом забивки свай на максимально малом расстоянии от здания по окружности фундамента, стоящего объекта. Сваи, проходя толщу плотного грунта, переходят глубже до грунтов с низкой несущей способностью. Таким образом, можно избежать выпирания основания;

3. Армирование подразумевает устранение просадки грунта, повышая его прочность методом погружения в грунт бетон, железобетон, грунтоцемент и др. армирующие материалы, обеспечивающие требуемую прочность грунта.

4. Завес противодиффузионный – раствором в методе выступает тиксотропная жидкость, поступающая в грунт через скважины, подготовленные ранее. Тиксотропная жидкость – это жидкость, теряющая вязкость при непрерывном напряжении сдвига. В данном методе составляющими раствора являются глина бетонитовая, впитывающая воду в большом объеме, тем самым, способствует образованию водонепроницаемой перегородки. Данный способ изолирует основание от грунтовых вод, останавливая их движение.

Механический способ осуществляется поверхностным и глубинным уплотнением. В первом утрамбовывание происходит в 1,5 – 2 метра вглубь с помощью использования катков, вибромашин и т.д., но при необходимости трамбование можно произвести до 10 метров вглубь.

Глубинное трамбование производится следующими методами:

1. Определенная труба забивается в грунт и осуществляется трамбовка засыпленного песка в трубу. После проведения этих мероприятий труба извлекается, тем самым, образовывается песчаная (грунтовая) свая, предотвращающая просадку насыпных грунтов, лессов. Следует отметить шахматное расположение устроенных свай, которое обеспечивает более устойчивое основание;

2. Применение вибробулав и глубинных вибромашин позволяет повысить прочностные характеристики песчаных грунтов, насыщенных водой;

3. Метод замачивания грунта предотвращает дальнейшую просадку. Следует отметить, что способ необходимо применять перед новым строительством, учитывая расстояние уже построенных объектов, чтобы их основание не подверглось замачиванию.

Также существует еще один малораспространенный метод обжатия основания, которое происходит загрузкой насыпи в водонасыщенные слои. Таким образом, насыпь выгружает воду, утрамбовывая грунт. Выкачивая воду с помощью скважин, дренажа грунт также подвергается утрамбовке [4].

Заключение. Подводя итог, следует отметить, что на сегодня тема устройства демпфирующего слоя является актуальной. Вышеизложенные методы позволяют заказчикам использовать земли с оптимальным метаположением, но неудоб-

влетворяющими инженерно-геологическими характеристиками, также сохранить памятники архитектуры и предотвратить разрушение строительных объектов.

Литература:

1. <https://osnova-geokompozit.ru/usilenie-gruntov/>. 13.12.2019.
2. Малышева М.В. *Механика грунтов* / Г.Г. Болдырева. – М., 2015.
3. Разумов А. *Методы улучшения характеристик грунтов основание* // *Маистро*. – 2016. – 59. – С. 59.
4. Тер-Мартirosян А.З., Манукян А.В., Соболев Е.С., Анжело Г.О. *Влияние демпфирования грунтов на взаимодействие основания и сооружения при сейсмическом воздействии* // «Жилищное строительство». – 2019. – № 1–2. – С. 39-44.

References:

1. <https://osnova-geokompozit.ru/usilenie-gruntov/>. 13.12.2019.
2. M.V.Malyisheva. *Soil mechanics* / G.G.Boldyrov. – Moscow, 2015.
3. Razumov A. *Methods for improving the characteristics of soils base* // *Maistro*. – 2016. – 59.
4. Ter-Martirosyan A. Z., Manukyan A.V., Sobolev E. S., Angelo G. O. *Influence of soil damping on the interaction of the base and structure under seismic influence* // «Housing construction». – 2019. – No. 1-2. – Pp. 39-44.

**М.Д. Мухамеджанова^{1*}, У.М. Оразалина¹,
Ш.М. Айтмет¹, Е.Т. Бесимбаев¹**

¹ Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан
*Corresponding author: meruyert1998@mail.ru

Авторлар жайлы ақпарат:

Мухамеджанова Меруерт Дюсембаевна - магистрант, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-6993-0754>, email: meruyert1998@mail.ru

Оразалина Улпан Маратовна - магистрант, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0003-3708-3228>, email: ulpan1204@mail.ru

Айтмет Шерхан Махмутұлы – магистрант, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: s-aitmet@mail.ru

Бесимбаев Ерик Турашевич – техника ғылымдарының докторы, академиялық профессор, Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: erik.bessimbaev@mail.ru

ТОПЫРАҚ ҚАЛЫҢДЫҒЫНДА ДЕМПФЕРЛІК ҚАБАТТЫ ОРНАТУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Бұл мақалада топырақ негізін нығайтатын және салынған ғимараттар мен құрылыстар үшін де, жаңа құрылыс басталар алдында да сейсмикалық әсерді төмендететін демпферлік қабатты құру әдістері қарастырылған.

Түйін сөздер: негіз, топырақ, күшейту, деформациялар, динамикалық жүктемелер, іргетас.

**M.D. Mukhamedzhanova^{1*}, U.M. Orazalina¹,
Sh.M. Aitmet¹, E.T. Bessimbayev¹**

¹International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: meruyert1998@mail.ru

Information about authors:

Mukhamedzhanova Meruert Dyusembaevna - Master's student, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-6993-0754>, email: meruyert1998@mail.ru

Orazalina Ulpan Maratovna - Master's student, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0003-3708-3228>, email: ulpan1204@mail.ru

Aitmet Sher Khan Makhmutuly – Master's student, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: s-aitmet@mail.ru

Bessimbaev Yerik Turashevich – Doctor of Technical Sciences, Academic Professor, International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-5778-1301>, email: erik.bessimbaev@mail.ru

METHODS OF THE DEVICE OF THE DAMPING LAYER IN THE SOIL THICKNESS

Abstract. *This article discusses the methods of the damping layer device, which strengthen the ground base and reduce the seismic impact both for the constructed buildings and structures, and before the start of new construction.*

Keywords: *foundation, soil, reinforcement, deformations, dynamic loads, foundation, reinforcement.*